

Family list  
1 application(s) for JP2003282267

1. **LIGHT EMITTING DEVICE**

Inventor: IDE NOBUHIRO, KIDO JUNJI (+4)

Applicant: MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD., KIDO  
JUNJI

EC:

IPC: H01L51/50; H05B33/14; H05B33/22; (+5)

Publication info: JP2003282267 (A) --- 2003-10-03

\*\*\*\*\*  
Data supplied from the [esp@comet](mailto:esp@comet) database ---

## LIGHT EMITTING DEVICE

Publication number: JP2003282267 (A)

Publication date: 2003-10-03

Inventor(s): IDE NOBUHIRO; KIDO JUNJI; TSUBAKI KENJI; KONDO YUKIHIRO; KISHIGAMI YASUHIISA; KONO KENJI

Applicant(s): MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD; KIDO JUNJI

Classification:

- International: H01L51/50; H05B33/14; H05B33/22; H01L51/50; H05B33/14; H05B33/22; (IPC1-7): H05B33/14; H05B33/22

- European:

Application number: JP20020081656 20020322

Priority number(s): JP20020081656 20020322

Abstract of JP 2003282267 (A)

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a light emitting device favorably providing reproducibility by reducing variations of such as luminous characteristics and luminescent color tone by dispensing with processes such as introduction of a very small amount of guest material to a host material and stacking ultra-thin films. **SOLUTION:** This light emitting device is formed by providing an organic luminescent layer between an anode and a cathode. The organic luminescent layer is formed by including an organic compound controlling a luminescence and a carrier transport auxiliary, a ratio of the organic compound, which controls the luminescence, occupying the organic luminescent layer is not less than 20 mol% and not more than 99.9 mol%, and the energy gap of the carrier transport auxiliary is larger than the energy gap of the organic compound controlling the luminescence. **;** COPYRIGHT. (C)2004,JPO



1 有機化合物

2 アノード

3 カソード

4 基板

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-282267

(P2003-282267A)

(43) 公開日 平成15年10月3日 (2003.10.3)

|                          |      |               |             |
|--------------------------|------|---------------|-------------|
| (51) IntCl. <sup>7</sup> | 識別記号 | F I           | 7-41-1 (参考) |
| H 0 5 B 33/14            |      | H 0 5 B 33/14 | B 3 K G G 7 |
| 33/22                    |      | 33/22         | A           |
|                          |      |               | C           |

審査請求 未請求 請求項の数22 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2002-81856 (P2002-81856)

(22) 出願日 平成14年3月22日 (2002.3.22)

(71) 出願人 000005832

松下電工株式会社

大阪府門真市大字門真1048番地

(71) 出願人 501231510

城戸 淳二

山形県米沢市林泉寺3-12-18

(72) 発明者 井出 伸弘

大阪府門真市大字門真1048番地 松下電工株式会社内

(74) 代理人 100387767

弁理士 西川 憲清 (外1名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光素子

(57) 【要約】

【課題】 ホスト材料への微量のゲスト材料の導入や、絶縁膜の積層という工程を不要にすることで、発光特性や発光色調などの変動を小さくして、再現性を良好に得ることが出来る発光素子を提供する。

【解決手段】 アノードとカソードの間に有機発光層を備えて形成される発光素子に関する。有機発光層が、発光をつかさどる有機化合物とキャリア輸送助剤を含有して形成され、発光をつかさどる有機化合物の有機発光層に占める割合が2.0モル%以上9.9.9モル%以下であり、かつキャリア輸送助剤のエネルギーギャップが発光をつかさどる有機化合物のエネルギーギャップよりも大きい。



- 1 有機発光層
- 2 アノード
- 3 カソード
- 4 基板

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 アノードとカソードの間に有機発光層を備えて形成される発光素子において、有機発光層が、発光をつかさどる有機化合物とキャリア輸送助剤を含有して形成され、発光をつかさどる有機化合物の有機発光層に占める割合が20モル％以上9.9モル％以下であり、かつキャリア輸送助剤のエネルギーギャップが発光をつかさどる有機化合物のエネルギーギャップよりも大きいことを特徴とする発光素子。

【請求項2】 発光をつかさどる有機化合物がホール輸送性であり、キャリア輸送助剤が電子輸送性であることを特徴とする請求項1に記載の発光素子。

【請求項3】 発光をつかさどる有機化合物が電子輸送性であり、キャリア輸送助剤がホール輸送性であることを特徴とする請求項1に記載の発光素子。

【請求項4】 発光をつかさどる有機化合物とキャリア輸送助剤のいずれもがホール輸送性であることを特徴とする請求項1に記載の発光素子。

【請求項5】 発光をつかさどる有機化合物とキャリア輸送助剤のいずれもが電子輸送性であることを特徴とする請求項1に記載の発光素子。

【請求項6】 発光をつかさどる有機化合物がバイポーラ性であり、キャリア輸送助剤が電子輸送性であることを特徴とする請求項1に記載の発光素子。

【請求項7】 発光をつかさどる有機化合物がバイポーラ性であり、キャリア輸送助剤がホール輸送性であることを特徴とする請求項1に記載の発光素子。

【請求項8】 発光をつかさどる有機化合物がホール輸送性であり、キャリア輸送助剤がバイポーラ性であることを特徴とする請求項1に記載の発光素子。

【請求項9】 発光をつかさどる有機化合物が電子輸送性であり、キャリア輸送助剤がバイポーラ性であることを特徴とする請求項1に記載の発光素子。

【請求項10】 発光をつかさどる有機化合物とキャリア輸送助剤のいずれもがバイポーラ性であることを特徴とする請求項1に記載の発光素子。

【請求項11】 発光をつかさどる有機化合物が電子輸送性、ホール輸送性、バイポーラ性のいずれかであり、キャリア輸送助剤として電子輸送性キャリア輸送助剤、ホール輸送性キャリア輸送助剤、バイポーラ性キャリア輸送助剤から選ばれた2種以上のものを併用することを特徴とする請求項1に記載の発光素子。

【請求項12】 発光をつかさどる有機化合物のイオン化ポテンシャルの値とキャリア輸送助剤のイオン化ポテンシャルの値の関係が、 $-1.1 < \text{IP}_{\text{car}} - \text{IP}_{\text{em}} < 0.3$ （発光をつかさどる有機化合物のイオン化ポテンシャルの値を $\text{IP}_{\text{em}}$ 、キャリア輸送助剤のイオン化ポテンシャルの値を $\text{IP}_{\text{car}}$ とする）の関係を満たすことを特徴とする請求項3、4、7～11のいずれかに記載の発光素子。

【請求項13】 発光をつかさどる有機化合物の電子親和力の値とキャリア輸送助剤の電子親和力の値の関係が、 $-0.3 < \text{EACar} - \text{EAem} < 1.1$ （発光をつかさどる有機化合物の電子親和力の値を $\text{EAem}$ 、キャリア輸送助剤の電子親和力の値を $\text{EACar}$ とする）の関係を満たすことを特徴とする請求項2、5、6、8～11のいずれかに記載の発光素子。

【請求項14】 発光をつかさどる有機化合物が、その分子内に発光をつかさどる部位とキャリア輸送能を持つ部位とを有するものであることを特徴とする請求項1乃至13のいずれかに記載の発光素子。

【請求項15】 1層の有機発光層を備えて形成されることを特徴とする請求項1乃至14のいずれかに記載の発光素子。

【請求項16】 2層以上の有機発光層を備えて形成されることを特徴とする請求項1乃至14のいずれかに記載の発光素子。

【請求項17】 有機発光層のアノード側に隣接してホール輸送層が形成されていることを特徴とする請求項1又は16に記載の発光素子。

【請求項18】 有機発光層のアノード側に隣接してホール輸送層が形成されていると共に、有機発光層のカソード側に隣接して電子輸送層が形成されていることを特徴とする請求項1又は16に記載の発光素子。

【請求項19】 有機発光層のアノード側に隣接してホール輸送層が形成されていると共に、有機発光層のカソード側に隣接してホールブロック層が形成されていることを特徴とする請求項1又は16に記載の発光素子。

【請求項20】 ホール輸送性の有機発光層と電子輸送性の有機発光層の間にホールブロック層が形成されていることを特徴とする請求項16乃至19のいずれかに記載の発光素子。

【請求項21】 発光色が白色であることを特徴とする請求項1乃至20のいずれかに記載の発光素子。

【請求項22】 有機発光層が、補色及び又は三原色の組み合わせからなる2層以上の有機発光層、補色及び又は三原色の組み合わせからなる発光をつかさどる有機化合物を複数種含有する1層以上の有機発光層、補色及び又は三原色の組み合わせからなるものが並列配向された有機発光層、のいずれかであることを特徴とする請求項21に記載の発光素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、フラットパネルディスプレイ、液晶表示機用バックライト、照明光源等に用いられる発光素子に関するものであり、さらに詳しくは、発光をつかさどる特定の有機化合物とキャリア輸送助剤とを主成分として含有する有機発光層を備えて形成される有機電界発光素子に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】フラットパネルディスプレイ、液晶表示装置バックライト、照明光源等に用いられる発光体は、フラットパネルディスプレイの薄型化、液晶表示装置を備える電子機器の小型化や薄型化のため、あるいは形状の自由化等のために、薄く軽量であり、また同時に高効率であることが近年ますます要求されるようになっていく。

【0003】これまでに、蛍光物質に電圧を印加することによって自己発光する発光する発光素子が種々提案されており、その利用には大いなる注目が集められている。この発光素子は有機発光素子と無機発光素子に分類されるが、特に有機発光素子が低電圧で高輝度で発光することは、イーストマン・コダック社のC. W. Tangらによって初めて示された(Appl. Phys. Lett., 51, 12, 913 (1987))。これ以後、有機発光素子は電圧が $10V$ 程度の低電圧で $1000 \sim 100000 \text{ cd/m}^2$ 程度の高輝度の発光が可能になると、蛍光物質を構成する材料の組み合わせで多色発光が可能になると、非常に薄い面発光体として使用可能なこと等から、商業界で特に注目を集めている。

【0004】有機発光素子は、アノード/有機発光層/カソードからなる層構成を基本とし、これにホール注入層、ホール輸送層、電子輸送層、ホールブロック層、電子注入層等の各種性を有する層を適宜追加することによって構成されている。ここで、ホール注入層はアノードからのホール注入を容易にする機能を、ホール輸送層は有機発光層へホールを輸送する機能を主として有している。また電子注入層はカソードからの電子注入を容易にする機能を、電子輸送層は有機発光層へ電子を輸送する機能を主として有している。また、有機発光層としては、単独で発光する材料からなるもの、あるいは蛍光色素をホスト材料にくっつけてドープしてその色素からの発光を得るものなどが主として用いられている。いずれの場合においても、有機発光層を形成する化合物は、ホール輸送性を有するもの、電子輸送性を有するもの、または両者の輸送性を有するバイポーラ性のものから、任意に選択して使用することができる。これらの層は必ずしも絶てが設けられる必要はなく、発光素子の特性や、使用する材料の組み合わせ等に応じて適宜選択して使用することができる。

【0005】上記のように有機発光層には種々の発光材料を用いることができるが、単一の材料で有機発光層を形成した場合、一般に発光効率が低いことが知られている。例えば電子輸送材料兼発光材料としてよく知られているトリズ(8-ホーリリット)アルミニウム(Alq3)は、それ単独で電子輸送性の有機発光層を形成することができるが、その量子効率が低いことはよく知られている。また非平衡電圧で $10\%$ 近い重量子効率を示すレーザ色素に代表されるような有機色素においては、有機発光層の濃度でほぼ増加が増大するとともに

重分子間の相互作用に起因した失活、すなわち濃度消滅が大きくなり、得られる発光の強度が小さくなることが多い。

【0006】これを解決する手段として、種々の報告において、ホスト材料からなる層上に発光材料を数 $\mu\text{m}$ 程度の超薄膜として積層し、これらの層を合わせて有機発光層とする方法が提案されている。

【0007】一方、特許第2814435号公報(公開特開1)においては、ホール及び電子の両方の注入を保持することができる有機質ホスト材料に、ホール・電子再結合に応答して光を放射することができるゲスト材料を少量、具体的にはホスト材料物質のモル数を基準にして $1\text{mol}\%$ 以下、最大でも約 $10\text{mol}\%$ 以下で導入する方法が提案されている。また、特開第7-320872号公報(公開特開2)においては、基板を加熱した状態においてホスト材料からなる層上にゲスト材料を薄く積層することでゲスト材料をホスト材料中に拡散させることによって、良好な発光効率を実現することが提案されている。さらに特開2000-150151号公報(公開特開3)には、ホスト材料の層を形成した際に発光材料を数 $\mu\text{m}$ 程度の超薄膜としてさらに積層し、 $\text{N}_2$ やアセトン等の液体窒素等によって発光材料をホスト材料層中に拡散させることによって、良好な発光効率を実現することが提案されている。これらの方法は、発光材料をホスト材料中に分散することで、発光材料間の分子間相互作用を抑制し、相互作用に起因する失活を減少させるようなものであり、発光効率の向上や発光素子の耐久性を向上させるための手法として積極的に検討されている。

【0008】【発明が解決しようとする課題】しかし、上記の公開特開1の方法では、発光の色調や効率にムラのある発光素子を再度良く作製するためには、数種のゲスト材料をホスト中に導入する共蒸着の工程が必要となるが、この工程におけるゲスト材料の導入量のコントロールは、ゲスト材料の蒸着速度をホスト材料の蒸着速度の数十分の一から数百分の一に厳密にコントロールする必要があり、特に工業生産における再現性を考えた場合、再現性を十分に確保することは非常に難しい。特に、数種のゲスト材料を同一の有機発光層にドープする場合、あるいはゲスト材料を試みれば有機発光層を数層積層して混色化や白色化を試みる場合には、ゲスト材料の添加量が極めて少なくなり、かつ同じ操作を複数回繰り返す必要が生じるため、発光色度の再現性を得ることはより困難となる。また、公開特開2や公開特開3などの超薄膜積層法の手法では、現実的な膜厚制御の精度を考えると、発光材料の導入程度の非常に薄い膜の厚みをコントロールすることは、公開特開1の場合と同程度に難しく、結果として、発光の色調や効率を精度良く再現することは困難である。

【0009】よって、上記のいずれの方法にあっても、

発光素子の量産化において、特に発光の大面积化を実施する場合、全発光面において発光の色調や効率の良好な再現性を達成するのは難しいという問題を有するものであった。

【0010】本発明は上記の点に鑑みてなされたものであり、ホスト材料への微量のゲスト材料の導入や、超薄膜の積層という工数を不要にすることで、発光特性や発光色調などの変動を小さくして、再現性を良好に得ることができる発光素子を提供することを目的とするものである。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明者らは上記の目的を達成するために鋭意研究を重ねた結果、有機発光層を、発光をつかさどる有機化合物と、キャリア輸送助剤とで形成することによって、上記の目的を達成できることを発見して、本発明の完成に至ったものである。

【0012】すなわち、本発明の請求項1に係る発光素子は、アノードとカソードの間に有機発光層を備えて形成される発光素子において、有機発光層が、発光をつかさどる有機化合物とキャリア輸送助剤を含有して形成され、発光をつかさどる有機化合物の有機発光層に占める割合が20モル%以上9.9、9.9モル%以下であり、かつキャリア輸送助剤のエネルギーギャップが発光をつかさどる有機化合物のエネルギーギャップよりも大きいことを特徴とするものである。

【0013】また請求項2の発明は、請求項1において、発光をつかさどる有機化合物がホール輸送性であり、キャリア輸送助剤が電子輸送性であることを特徴とするものである。

【0014】また請求項3の発明は、請求項1において、発光をつかさどる有機化合物が電子輸送性であり、キャリア輸送助剤がホール輸送性であることを特徴とするものである。

【0015】また請求項4の発明は、請求項1において、発光をつかさどる有機化合物とキャリア輸送助剤のいずれもがホール輸送性であることを特徴とするものである。

【0016】また請求項5の発明は、請求項1において、発光をつかさどる有機化合物とキャリア輸送助剤のいずれもが電子輸送性であることを特徴とするものである。

【0017】また請求項6の発明は、請求項1において、発光をつかさどる有機化合物がバイポーラ性であり、キャリア輸送助剤が電子輸送性であることを特徴とするものである。

【0018】また請求項7の発明は、請求項1において、発光をつかさどる有機化合物がバイポーラ性であり、キャリア輸送助剤がホール輸送性であることを特徴とするものである。

【0019】また請求項8の発明は、請求項1におい

て、発光をつかさどる有機化合物がホール輸送性であり、キャリア輸送助剤がバイポーラ性であることを特徴とするものである。

【0020】また請求項9の発明は、請求項1において、発光をつかさどる有機化合物が電子輸送性であり、キャリア輸送助剤がバイポーラ性であることを特徴とするものである。

【0021】また請求項10の発明は、請求項1において、発光をつかさどる有機化合物とキャリア輸送助剤のいずれもがバイポーラ性であることを特徴とするものである。

【0022】また請求項11の発明は、請求項1において、発光をつかさどる有機化合物が電子輸送性、ホール輸送性、バイポーラ性のいずれかであり、キャリア輸送助剤として電子輸送性キャリア輸送助剤、ホール輸送性キャリア輸送助剤、バイポーラ性キャリア輸送助剤から選ばれた2種以上のものを併用することを特徴とするものである。

【0023】また請求項12の発明は、請求項3、4、7～11のいずれかにおいて、発光をつかさどる有機化合物のイオン化ポテンシャルの値とキャリア輸送助剤のイオン化ポテンシャルの値の關係が、 $-1.1 < |P_{car} - P_{em}| < 0.3$  (発光をつかさどる有機化合物のイオン化ポテンシャルの値を $P_{em}$ 、キャリア輸送助剤のイオン化ポテンシャルの値を $P_{car}$ とする)の關係を満たすことを特徴とするものである。

【0024】また請求項13の発明は、請求項2、5、6、8～11のいずれかにおいて、発光をつかさどる有機化合物の電子親和力の値とキャリア輸送助剤の電子親和力の値の關係が、 $-0.3 < E_{Acar} - E_{Aem} < 1.1$  (発光をつかさどる有機化合物の電子親和力の値を $E_{Aem}$ 、キャリア輸送助剤の電子親和力の値を $E_{Acar}$ とする)の關係を満たすことを特徴とするものである。

【0025】また請求項14の発明は、請求項1乃至13のいずれかにおいて、発光をつかさどる有機化合物が、その分子内に発光をつかさどる部位とキャリア輸送能を持つ部位とを有するものであることを特徴とするものである。

【0026】また請求項15の発明は、請求項1乃至14のいずれかにおいて、1層以上の有機発光層を備えて形成されることを特徴とするものである。

【0027】また請求項16の発明は、請求項1乃至14のいずれかにおいて、2層以上の有機発光層を備えて形成されることを特徴とするものである。

【0028】また請求項17の発明は、請求項15又は16において、有機発光層のアノード側に隣接してホール輸送層が形成されていることを特徴とするものである。

【0029】また請求項18の発明は、請求項15又は

16において、有機発光層のアニード側に隣接してホール輸送層が形成されていると共に、有機発光層のカソード側に隣接して電子輸送層が形成されていることを特徴とするものである。

【0030】また請求項19の発明は、請求項15又は16において、有機発光層のアニード側に隣接してホール輸送層が形成されていると共に、有機発光層のカソード側に隣接してホールブロック層が形成されていることを特徴とするものである。

【0031】また請求項20の発明は、請求項16乃至19のいずれかにおいて、ホール輸送性の有機発光層と電子輸送性の有機発光層の間にホールブロック層が形成されていることを特徴とするものである。

【0032】また請求項21の発明は、請求項1乃至20のいずれかにおいて、発光色が白色であることを特徴とするものである。

【0033】また請求項22の発明は、請求項21において、有機発光層が、補色及び／又は三原色の組み合わせからなる2層以上の有機発光層、補色及び／又は三原色の組み合わせからなる発光をつかさどる有機化合物を複数種含有する1層以上の有機発光層、補色及び／又は三原色の組み合わせからなるものが並列配置された有機発光層、のいずれかであることを特徴とするものである。

【0034】ここで、イオン化ポテンシャルとは、真空単位に対する有機物質の価電子状態を表す値の絶対値に相当し、電子親和力とは、真空単位に対する有機物質の伝導帯準位を表す値の絶対値に相当する。またエネルギーギャップは、イオン化ポテンシャルと電子親和力との差として表される値である。

【0035】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を説明する。

【0036】本発明に係る発光素子は、例えば図1に示すように、有機発光層1をアニード2とカソード3の間に備えた構成を基本とするものであり、有機発光層1を発光をつかさどる有機化合物とキャリア輸送剤とから形成するようにしたものである。図1において4はガラス等で形成される基板である。

【0037】本発明において、有機発光層に含有される有機化合物は、有機発光層を構成する成分の20%以上99.9%以下であるときに、この範囲未満やこの範囲を超える場合に比して発光効率が向上するか、もしくは著しい発光効率低下を示さないものが用いられるものであり、例えばアントラセン、ナフタレン、ピレン、テトラセン、コロン、ペリレン、フラボペリレン、ナフトラペリレン、ジフェニルブタジエン、テトラフェニルブタジエン、クマリン、オキサジアゾール、ビスベンゾキサゾリン、ビスチリル、シクロペンタジエン、キノリン金属錯体、トリス(8-ヒドロキシキノリナー

ト)アルミニウム錯体、トリス(4-メチル-8-キノリナート)アルミニウム錯体、トリス(5-フェニル-8-キノリナート)アルミニウム錯体、アミノキノリン金属錯体、ペンゾキノリン金属錯体、トリ-(p-ターフェニル-4-イール)アミン、1-アリール-2,5-ジ(2-チエニル)ピロール誘導体、ピラン、キナクリドン、ルブレン、ジスチリルベンゼン、ジスチリルアリレン、フェニルアントラセン、ナフタセン、スチリルアミン等、ならびにこれらの誘導体、及び、これらの誘導体からなる部位を化合物内に有する化合物から、上記の基準に基づいて選択して使用することができるとである。

【0038】前記の誘導体からなる部位を化合物内に有する有機化合物としては、特に制限されるものではないが、例えば発光をつかさどる部位とキャリア輸送性部位、すなわち後述のホール輸送性/電子輸送性/パイボラ性の少なくとも一つの材料として示す化合物が同一の分子中に存在しているものを用いることができるものであり、特開平1-144870号公報に示されるペリレン系誘導体、特開2001-237076号公報等に示されるスチリル基を分子内の一部分に有するアミノアリレン誘導体、特開2001-52870号公報に示されるフェニルアントラセン誘導体等を例示することができる。これらの有機化合物は、ホール輸送性、電子輸送性、あるいはホールおよび電子の輸送性を有するパイボラ性のいずれの性質を有するものであってもよい。また上記の有機化合物に代表される蛍光色素由来の有機化合物のみならず、三重項状態からの発光が可能な発光材料も好適に用いることができる。

【0039】有機発光層において発光をつかさどる有機化合物の割合は上記のように20モル%以上99.9モル%以下である。この割合が20モル%未満であると、発光素子を作製する際に例えば共蒸着などの手法で有機発光層を形成するにあたって、有機発光層中に占める発光成分の含有率を厳密にコントロールすることが困難になるため、得られた発光素子の発光の色調や効率等の再現性が低下するおそれがある。またこの割合が99.9モル%を超えて100モル%になると、有機発光層の発光部位の相互作用や凝集等に起因して発光効率の低下がみられることがある。有機発光層において発光をつかさどる有機化合物の割合はこの20モル%以上99.9モル%以下の間の中でも、20~90モル%の範囲が好ましい。有機発光層において発光をつかさどる有機化合物の割合が90モル%を超えると、キャリア輸送剤の割合が少なくなり、キャリア輸送剤を有機発光層に含有させることによって発光効率向上の効果が得られ難くなるためである。

【0040】そしてこのように発光をつかさどる有機化合物の割合が20モル%以上99.9モル%以下であることから、共蒸着の工程における有機発光層の形成のず

れの許容範囲が広く、就って加熱速度のコントロール精度の非容範囲は、少量の蛍光発光材料を素材に木材等に接着する場合に比べて、広くなる。このために、発光素子を作製する際の再現性を大幅に向上することが可能になるものであり、特に工業的な観点、例えば大量生産あるいは発光の大量積化を考慮した場合にはより有利になるものである。

【００４１】また本発明において有機発光光源には、その構成の一部分として、発光をつかさどる有機化化合物のエネルギーギャップよりも大きいエネルギーギャップを持つキャリア輸送助剤が含有されている。キャリア輸送助剤は電子やホールを輸送する能力を有するものであり、有機発光層における電子とホールの再結合効率を高めることができるものである。このキャリア輸送助剤としては、特に限定されるものではないが、例えば、後述するホール注入剤用材料、電子注入剤用材料、バイポーラ性材料として一般用に用いられる材料から適宜選択して使用することができる。キャリア輸送助剤として、発光をつかさどる有機化化合物のエネルギーギャップよりも小さいエネルギーギャップしか持たないものを用いても、エネルギーをつかさどる有機化化合物がキャリア輸送助剤へのエネルギー移動によって、キャリア輸送助剤が発光することがあるのであらうくない。

[1042] 発光をつかさどる有機化合物やキャリア輸送助剤は、それぞれ、ホール輸送性、電子輸送性、バイポーラ性ものから選択して用いることができればよい。そして発光をつかさどる有機化合物とキャリア輸送助剤の組み合わせは、発光をつかさどる有機化合物がホール輸送性であり、かつキャリア輸送助剤が電子輸送性である場合、発光をつかさどる有機化合物が電子輸送性であり、かつキャリア輸送助剤がホール輸送性である場合、発光をつかさどる有機化合物がホール輸送性であり、かつキャリア輸送助剤が電子輸送性である場合、発光をつかさどる有機化合物がバイポーラ性であり、かつキャリア輸送助剤が電子輸送性である場合、発光をつかさどる有機化合物がバイポーラ性であり、かつキャリア輸送助剤がホール輸送性である場合、発光をつかさどる有機化合物がホール輸送性である場合、かつキャリア輸送助剤がバイポーラ性である場合、発光をつかさどる有機化合物が電子輸送性であり、かつキャリア輸送助剤がバイポーラ性である場合、発光をつかさどる有機化合物がホール輸送性であり、かつキャリア輸送助剤がホール輸送性である場合、発光をつかさどる有機化合物がバイポーラ性である場合、発光をつかさどる有機化合物がバイポーラ性である場合を挙げることができ、さらに発光をつかさどる有機化合物が電子輸送性、ホール輸送性、バイポーラ性のいずれかであり、この有機化合物に対して、キャリア輸送助剤として電子輸送性キャリア輸送助剤、ホール輸送性キャリア輸送助剤、バイポーラ性キャリア輸送助剤から選ばれる２個以上のものを併用する組合せを挙げることも可能である。

748

【0043】上記のように発光をつかさどる有機化合物とキャリア輸送助剤は任意の組み合わせで用いることができるが、発光をつかさどる有機化合物がホール輸送性である場合、キャリア輸送助剤としては、電子輸送性のキャリア輸送助剤又はバイポーラ性のキャリア輸送助剤、もしくはそのホール移動度が発光をつかさどる有機化合物のホール移動度以上であるホール輸送性のキャリア輸送助剤を用いることが好ましい。また発光をつかさどる有機化合物が電子輸送性である場合、キャリア輸送助剤としては、ホール輸送性のキャリア輸送助剤又はバイポーラ性のキャリア輸送助剤、もしくはその電子移動度が発光をつかさどる有機化合物の電子移動度以上である電子輸送性のキャリア輸送助剤を用いることが好ましい。特に、発光をつかさどる有機化合物がホール輸送性である場合には、電子輸送性のキャリア輸送助剤又はバイポーラ性のキャリア輸送助剤を組み合わせ用いることが好ましく、発光をつかさどる有機化合物が電子輸送性である場合には、ホール輸送性のキャリア輸送助剤又はバイポーラ性のキャリア輸送助剤を組み合わせ用いることが好ましい。これらの組み合わせを選択することによって、有機発光層における電子とホールの両結合率がより向上し、良好な発光効率の発光素子を得ることができるものである。

【0044】そしてキャリア輸送助剤がホール輸送性又はバイポーラ性のキャリア輸送助剤である場合、発光を伴う有機化合物のイオン化ポテンシャルの値(単位eV)とキャリア輸送助剤のイオン化ポテンシャルの値(単位eV)の關係が、 $-1.1 < |P_{cat} - P_{em}| < 1.0$  (ここで、 $P_{cat}$ は発光を伴う有機化合物のイオン化ポテンシャルの値を $P_{em}$ 、キャリア輸送助剤のイオン化ポテンシャルの値を $P_{cat}$ とする)の關係を満たすように、発光を伴う有機化合物とキャリア輸送助剤を選択して用いるのが好ましい。

【0045】またキャリア輸送効率が電子輸送性またはパイポーラ性のキャリア輸送効率が異なる場合、発光をつかさどる有機性化合物の電子親和力の値（単位 eV）とキャリア輸送効率的の電子親和力の値（単位 eV）の関係が、 $-0.3 < E_{\text{Acar}} - E_{\text{Aem}} < 1$ 、 $i$  にて、発光をつかさどる有機性化合物の電子親和力の値を  $E_{\text{Aem}}$ 、キャリア輸送効率的の電子親和力の値を  $E_{\text{Acar}}$  とする）の関係を満たすように、発光をつかさどる有機性化合物とキャリア輸送効率を選択して用いるのが好ましい。

【0048】これら二つの条件のいずれか一方あるいは両方に両方を満たすことによって、有機発光層へのキャリア注入障壁を低減することができ、有機発光層中においてホール及び/又は電子が発光をつかさどる有機化合物に効率的に注入され、発光特性を向上させることができるものである。また、キャリア輸送助剤を含有する有機



有機発光層がそれ全体でホール輸送性を示す場合、有機発光層のカソード側にホールブロッカー層を設けることが、発光効率向上の点で好ましい。

【0047】図 1、J. Phys. D: Appl. Phys., 33, 760 (2000) には、ホール輸送性材料と電子輸送性材料を混合したいわゆる有機アロイ層を設け、異種材料が混合する界面をなくす方法が記載されている。具体的な素子構成としては、アノード/a-NPD/a-NPDとAlq3の混合層/Alq3/LiF/カソードの素子構成が記載されている。また特開 2001-52870 号公報には、電子輸送性化合物とホール輸送性化合物を相当の割合で混合し、さらに発光をつかさどるゲスト材料をドーピングして用いる方法が記載されている。具体的には、アノード/ホール注入層/ホール輸送材料からなるホール輸送層/ホール輸送性材料と電子輸送性材料とドーパント 1 からなる発光層/電子輸送性材料からなる電子輸送層/電子注入層/カソードの素子構成や、アノード/ホール注入層/ホール輸送材料からなるホール輸送層/ホール輸送性材料と電子輸送性材料とドーパント 1 からなる発光層/ホール輸送性材料と電子輸送性材料とドーパント 2 からなる発光層/電子輸送性材料からなる電子輸送層/電子注入層/カソードの素子構成が記載されている。上記の素子構成からも明らかなように、これらの方法は、ホール輸送層と電子輸送層との間にホール輸送性材料と電子輸送性材料の混合層を設け、界面の界面をなくすことによる素子の安定化を図ったものであり、キャリア輸送効率的を用いることによって有機発光層自体の発光性の改良を實現するようにした本発明とは本質的に異なるものである。

【0048】次に、本発明の発光素子の素子構成について説明する。本発明では有機発光層が上記のものである限り、発光素子の素子構成は任意に設計することが、例えば次のような素子構成に成形するのが好ましい。すなわち、図 2 に示すように、有機発光層 1 のアノード 2 側に隣接してホール輸送層 5 を形成した素子構成に形成することができる。また図 3 に示すように、有機発光層 1 のアノード 2 側に隣接してホール輸送層 5 を形成すると共に、有機発光層 1 のカソード 3 側に隣接して電子輸送層 6 を形成した素子構成に形成することができる。また図 4 に示すように、有機発光層 1 のアノード 2 側に隣接してホール輸送層 5 を形成すると共に、有機発光層 1 のカソード 3 側に隣接してホールブロッカー層 7 を形成した素子構成に形成することができる。さらに図 5 に示すように、有機発光層 1 をホール輸送性の有機発光層 1a と電子輸送性の有機発光層 1b で形成する場合、ホール輸送性の有機発光層 1a と電子輸送性の有機発光層 1b の間にホールブロッカー層 7 を形成した素子構成に形成することができる。図 2～図 5 には、有機発光層 1 とそのアノード 2 側とカソード 3 側に隣接する層について示したが、これらに加えて、ホール注入層、電子注入層、ホー

ルブロッカー層など異なる性質を有する層を適宜追加配置することも可能である。

【0049】また、有機発光層 1 は、図 1 に示すように 1 層だけ設ける場合の他に、図 6 に示すように 2 層以上の複数層を設けることもできる。有機発光層 1 を 2 層以上設ける場合、他の有機発光層 1 が本発明にかかる構成のものであってもよいが、少なくとも 1 層の有機発光層 1 が本発明にかかる構成のものであれば、他の有機発光層 1 は公知のノンドープあるいは発光材料のホスト材料へのドーピングによって得られるものであってもよい。

【0050】そして有機発光層 1 を 1 層だけ設ける場合、発光をつかさどる有機化合物としてその発光色が、青と黄、青緑と橙などのように補色の関係を有するもの 2 種類、あるいは青と黄と緑のように光の三原色のもの 3 種類を組み合わせて有機発光層 1 を形成することによって、白色発光させることができるものである。

【0051】また、有機発光層 1 を 2 層以上設ける場合、有機発光層 1 の発光色が、青と黄、青緑と橙などのように補色の関係を有するものを 2 層積層し、あるいは青と黄と緑のように光の三原色のものを 3 種類を積層することによって、白色発光させることができるものである。

【0052】さらに、図 7 に示すように、有機発光層 1 をアノード 2 とカソード 3 の間に複数並列して配置するにあたって、有機発光層 1 の発光色が、青と黄、青緑と橙のように補色の関係を有するもの 2 種類を並列配置し、あるいは青と黄と緑のように光の三原色のもの 3 種類を並列配置することによって、白色発光させることができるものである。

【0053】上記の発光素子に使用される材料のうち、アノード、カソード、ホール輸送層、電子輸送層、ホールブロッカー層などには、従来から使用されているものをそのまま用いることができる。

【0054】上記のアノードは、素子中にホールを注入するための電極であり、このアノードとしては、仕事関数の大きい金、銀、電気伝導性化合物、あるいはこれらの混合物からなる電極材料を用いるのが好ましく、特に仕事関数が 4 eV 以上の電極材料を用いるのが好ましい。このような電極材料としては、具体的には、金などの金属、CuI、ITO (インジウムスズ酸化物)、SnO<sub>2</sub>、ZnO、IZO (インジウム-亜鉛酸化物) 等の導電性透明材料があげられる。例えばこれらの電極材料を基板の表面に真空蒸着法やスパッタリング法等の方法で成膜することによって、アノードを形成して作製することができる。有機発光層における発光をアノードを透過させて基板から外部に照射する場合に、アノードの光透過率を 70% 以上にするのが好ましい。また、アノードのシート抵抗は数 10 Ω/□以下であることが好ましく、特に 100 Ω/□以下であることが好ましい。さらにアノードの膜厚は、アノードの光透過率、シート抵抗等の特性を上記のように制御するため

13

に、材料により異なるが、通常500nm以下に設定するのが好ましく、より好ましくは100~200nmの範囲である。

【0055】また上記のカソードは、有機発光層中に電圧を注入するための電極であり、このカソードとしては、仕事関数の小さい金属、合金、電気伝導性化合物及びこれらの混合物からなる電極材料を用いることが好ましく、仕事関数が5eV以下の電極材料を用いるのが好ましい。このような電極材料としては、アルカリ金属、アルカリ金属のハロゲン化物、アルカリ金属の酸化物、アルカリ土類金属、希土類等や、これらと他の金属との合金などを用いることができるものであり、例えばナトリウム、ナトリウム、カリウム、リチウム、セシウム、マグネシウム、マグネシウム-銀混合物、マグネシウム-インジウム混合物、アルミニウム-リチウム合金、Al/1:1:1混合物などを例として挙げることができる。

これらの他にアルミニウム、Al/1:1:1:1:1混合物なども使用可能である。またITO、IZOなどに代表される透明電極でカソードを被覆し、有機発光層で発光した光をカソードの側から取り出す構成に形成するようにしてもよい。さらに、カソードと有機発光層の界面にリチウム、ナトリウム、カリウム、セシウム、カルシウム等のアルカリ金属、アルカリ土類金属、あるいは希土類元素等からなる薄膜を形成したり、カソードと界面を形成する有機発光層にこれらの金属や希土類元素等をドーピングしてもよい。

【0056】カソードは、例えば上記の電極材料を、真空蒸着法やスパッタリング法等の方法により、薄膜に形成することによって作製することができる。有機発光層における発光をアノードの側から取り出すためには、カソードの光透過率が10%以下にすることが好ましい。また、透明電極でカソードを形成してカソードの側から光を取り出す場合には、カソードの光透過率を70%以上にするのが好ましい。ここで、カソードの膜厚は、カソードの光透過率等の特性を上記のように制御するために、材料により異なるが、通常500nm以下に設定するのが好ましく、好ましくは100~200nmの範囲とするのがよい。また、カソード金属の形成の際、蒸発源からの熱輻射の影響を抑えるためには、さらに薄い50~100nmの範囲とするのがよい。蒸着速度を速くした場合、この厚みはより厚くとも構わない。さらに好ましくは厚みを25~50nmの範囲とするのがよい。何故ならば、発光面積が大きくなると、短絡による発光停止という問題が生じ易くなるが、カソード金属の膜厚を薄くすることにより、短絡部分のカソード金属が短絡時の刺激により取り除かれ、その部分のみが発光しなくなるオープンモードとなり、発光部分全体の発光停止という不良を抑えることができるのである。さらにカソードの上にAl等の金属をスパッタで積層したり、フッ素系化合物、フッ素系高分子、その他の有機分子など

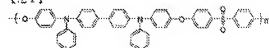
14

高分子を、蒸着、スパッタ、CVD、プラズマ重合、塗布した後に紫外線硬化させる方法、熱硬化、その他の方法で形成することも可能である。あるいは金属膜や樹脂フィルム等を任意の方法で貼付するようにしてもよい。

【0057】また、ホール輸送層（あるいはホール注入層）を構成する材料としては、ホールを輸送する能力を有し、アノードからのホール注入効果を有するとともに、有機発光層に対して優れたホール注入効果を実現し、さらに電子のホール輸送層への移動を防止し、かつ薄膜形成能力の優れた化合物を挙げることができる。具体的にはフタロシアニン誘導体、ナフタロシアニン誘導体、ポルフィリン誘導体、N,N'-ビス(3-メチルフェニル)-1,1'-ビスフェニル-4,4'-ジアミン（TPD）や4,4'-ビス[N,N'-（ナフチル）-N,N'-フェニル-アミノ]ジフェニル（α-NPD）等の芳香族ジアミン化合物、オキサゾール、オキサジアゾール、トリアゾール、イミダゾール、イミダゾリン、スチルベン誘導体、ピラゾリン誘導体、テトラヒドロイミダゾール、ポリリアルアルカン、ブタジエン、4,4'-4''-トリリス（N,N'-3-メチルフェニル）N,N'-フェニルアミノトリフェニルアミン（m-MTDATA）、4,4'-N,N'-ジカルバゾールビスフェニル（CBP）及びポリビニルカルバゾール、ポリシラン、ポリエチレンオキシドジオキソフェン（PEOD）、PTPDES（[化1]）等の高分子材料が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

【0058】

【化1】



【0059】また電子輸送層（あるいは電子注入層）を構成する電子輸送材料としては、電子を輸送する能力を有し、カソードからの電子注入効果を実現するとともに、有機発光層に対して優れた電子注入効果を実現し、さらにホルールの電子輸送層への移動を防止し、かつ薄膜形成能力の優れた化合物を挙げることができる。具体的には、フルオレン、バソフェナントロリン、バソクブロン、アントラキノジメタン、ジフエノキノ、オキサゾール、オキサジアゾール、トリアゾール、イミダゾール、イミダゾリン、アントラキノジメタン、4,4'-N,N'-ジカルバゾールビスフェニル（CBP）等やそれらの化合物、金属錯体化合物もしくは含窒素五員環誘導体を取り出すことができる。上記の金属錯体化合物としては、具体的には、トリス（8-ヒドロキシキノリナート）アルミニウム、トリ（2-メチル-8-ヒドロキシキノリナート）アルミニウム、トリス（8-ヒドロキシキノリナート）ガリウム、ビス（10-ヒドロキシベンゾ[h]キノリナート）ベリリウム、ビス（10-ヒドロキシベンゾ[h]

キノリナート) 亜鉛、ビス(2-メチル-8-キノリナート)(オーグレンゾラート) ガリウム、ビス(2-メチル-8-キノリナート)(1-ナフトラート) アルミニウム等があるが、これらに限定されるものではない。また上記の含有素子異質構造体としては、オキサゾール、チアゾール、オキサジアゾール、チアジアゾールもしくはトリアゾール誘導体が好ましい。具体的には、2, 5-ビス(1-フェニル)-1, 3, 4-オキサゾール、2, 5-ビス(1-フェニル)-1, 3, 4-チアゾール、2, 5-ビス(1-フェニル)-1, 3, 4-オキサジアゾール、2-((4'-メチル-1-ピプチルフェニル)-5-(4'-メチルフェニル))-1, 3, 4-オキサジアゾール、1, 4-ビス[2-((5-フェニルチアジアゾリル)ペンゼン)、2, 5-ビス(1-ナフトル)-1, 3, 4-トリアゾール、3-((4-ビフェニル)-4-フェニル)-5-(4-メチルフェニル)-1, 2, 4-トリアゾール等があるが、これらに限定されるものではない。さらに、ポリマー有機発光素子に使用されるポリマー材料も使用することができる。例えば、ポリトラフェニレン及びその誘導体、フルオレン及びその誘導体等である。

【0060】電子輸送層は主として上記の電子輸送性材料によって形成されるが、さらにアルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類を電子輸送性材料にドーピングして形成してもよい。例えばセシウムをバジフェナントロリンにモル比1:1の割合でドーピングして電子輸送層を形成したものを挙げることができる。

【0061】また、ホールブロック層の材料としては、バジクプロリンやバジフェナントロリンなどを挙げることができる。

【0062】さらに上記の基板としては、有機発光層で発光された光が基板を通して出射されるものである場合には、光透過性を有するものが使用されるが、無色透明のものに、多少着色されているものや、スリガラス状のものであってもよい。例えば、ソーダライムガラス、無アルカリガラスなどの透明ガラス板、ポリエスチル、ポリオレフィン、ポリアミド、アクリル樹脂、プラスチック樹脂などの樹脂から任意の方法で作製されたプラスチックフィルムやプラスチック板などを用いることができる。またさらに、基板内に基板の厚さと屈折率の異なる粒子、粉体、泡等を含有することによって、光拡散効果を有するものを使用することも可能である。また、有機発光層で発光された光を基板を透過せずに出射させる場合には、基板は必ずしも光透過性を有するものでなくても構わない。そして発光素子の発光特性、寿命特性等を損なわない限り、任意の基板を用いることができるものであり、特に運転時の発光素子の発熱による温度上昇を低減するために、熱伝導性の高い基板を用いることもできるものである。

## 【0063】

【実施例】次に、本発明を実施例によって具体的に説明する。

【0064】尚、使用した材料のエネルギーギャップ、イオン化ポテンシャル(IP)、電子親和力(EA)の値を表1にまとめて示す。また各実施例及び各比較例の素子の構成内容及び発光効率の測定結果を表2~4にまとめて示す。発光効率は発光素子の輝度 $1\text{cd/m}^2$ 以上における最大振感効率を算出したものである。

10 【0065】【実施例1】基板4として、厚み $0.7\text{mm}$ の透明ガラス板を用い、この基板4の一方の表面に、ITO(インジウムスズ酸化物)をスパッタしてシート抵抗 $7\Omega/\square$ の透明電極層からなるアノード2を形成した。そしてこれをアセトン、純水、イソプロピルアルコールで15分間超音波洗浄した後、乾燥させた。

【0066】次に、この基板4を真空蒸着装置にセットし、 $1 \times 10^{-7}\text{Torr}$  ( $1.33 \times 10^{-4}\text{Pa}$ )の減圧下、4, 4'-ビス[N-(ナフトル)-N'-フェニル-アルミノ]ピフェニル(株式会社同仁化学研究所製：20 a-NPD)と略す)を $400\text{\AA}$ 厚に蒸着し、アノード2の上にホール輸送層6を形成した。

【0067】次に、ホール輸送層5の上に、発光をつかさどる有機化合物としてピレンを蒸着部位として有し、IPが $5.4\text{eV}$ 、EAが $3.1\text{eV}$ の化合物A、キャリア輸送助剤としてトリス(8-キノリナート)アルミニウム(A1q3)をモル比50:50の割合で $400\text{\AA}$ 厚に共蒸着し、有機発光層1を形成した。

【0068】次に、有機発光層1の上にA1q3を $200\text{\AA}$ 厚に蒸着し、電子輸送層6を形成した。尚上記の各有機化合物を蒸着する際の蒸着速度はいずれも $1\sim 2\text{\AA}/\text{s}$ に設定した。

【0069】さらにこの上に、LiFを $5\text{\AA}$ 厚に蒸着し、次いでアルミニウムを $10\text{\AA}/\text{s}$ の蒸着速度で $1000\text{\AA}$ 厚に蒸着してカソード3を形成することによって、図3に示すような素子構成の発光素子を得た。このようにして得た発光素子の最大振感効率は、印加電圧 $4.5\text{V}$ 、輝度 $10\text{cd/m}^2$ において $71\text{lm/W}$ であった。また上記と同様の操作で繰り返し発光素子を作製したところ、発光効率の再現性は非常に良好であった。

40 【0070】【実施例2】ホール輸送層5の形成までを実施例1と同様にして行なった後、ホール輸送層5の上に、発光をつかさどる有機化合物としてA1q3、キャリア輸送助剤として4, 4'-N,N'-ジカルバールピフェニル(CBP)をモル比50:50の割合で $400\text{\AA}$ 厚に共蒸着し、有機発光層1を形成するようにした。次に、有機発光層1の上にBCPとセシウムをモル比50:50の割合で $200\text{\AA}$ 厚に共蒸着し、ホールブロック層7を形成した。

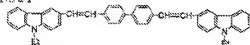
【0071】さらにこの上に、アルミニウムを $1000$

10 Å厚に蒸着してカソード3を形成することによって、図4に示すような素子構成の発光素子を得た。そして上記と同様の操作で繰り返し発光素子を作製したところ、発光効率の再現性は非常に良好であった。

【0072】(実施例3) ホール輸送層5の形成までを実施例1と同様に行なった後、ホール輸送層5の上に、発光をつかさどる有機化合物として【化2】に示すBCzVB1(出光興産(株)製)、キャリア輸送剤としてバソクプロリン(株式会社同仁化学研究所製; BCP)をモル比50:50の割合で400 Å厚に共蒸着し、有機発光層1を形成した。

【0073】

【化2】



【0074】次に、有機発光層1の上にBCPとセシウムをモル比50:50の割合で200 Å厚に共蒸着し、ホールブロック層7を形成した。

【0075】さらにこの上に、アルミニウムを1000 Å厚に蒸着してカソード3を形成することによって、図4に示すような素子構成の発光素子を得た。このようにして得た発光素子の最大発光効率は、印加電圧3.5 V、輝度140 cd/m<sup>2</sup>において4.3 lm/Wであった。また上記と同様の操作で繰り返し発光素子を作製したところ、発光効率の再現性は非常に良好であった。

【0076】(実施例4) 発光をつかさどる有機化合物としてBCzVB1、キャリア輸送剤としてBCPをモル比50:50の割合で400 Å厚に共蒸着し、ホール輸送層5の上に有機発光層1を形成するようにした他は、実施例3と同様に発光素子を得た。そして上記と同様の操作で繰り返し発光素子を作製したところ、発光効率の再現性は非常に良好であった。

【0077】(実施例5) ホール輸送層5の形成までを実施例1と同様に行なった後、ホール輸送層5の上に、発光をつかさどる有機化合物として上記化合物A、キャリア輸送剤としてA1q3をモル比50:50の割合で50 Å厚に共蒸着し、有機発光層1aを形成した。次にこの上に、発光をつかさどる有機化合物としてBCzVB1と、キャリア輸送剤としてBCPをモル比50:50の割合で150 Å厚に共蒸着し、有機発光層1bを形成した。

【0078】この後、有機発光層1の上にBCPとセシウムをモル比50:50の割合で200 Å厚に共蒸着し、ホールブロック層7を形成した。

【0079】さらにこの上に、アルミニウムを1000 Å厚に蒸着してカソード3を形成することによって、図8に示すような素子構成の発光素子を得た。このように

して得た発光素子の発光色は白色であった。そして上記と同様の操作で繰り返し発光素子を作製したところ、発光効率及び発光色色度の再現性は非常に良好であった。

【0080】(比較例1) 上記化合物Aと、A1q3とをモル比5:95の割合で400 Å厚に共蒸着し、ホール輸送層5の上に有機発光層1を形成するようにした他は、実施例1と同様に発光素子を得た。そして上記と同様の操作で繰り返し発光素子を作製したところ、発光効率がばらつき、再現性に乏しいものであった。

【0081】(比較例2) 上記化合物Aを単独で200 Å厚に蒸着し、ホール輸送層5の上に有機発光層1を形成するようにした他は、実施例1と同様に発光素子を得た。このようにして得た発光素子の最大発光効率は、印加電圧5 V、輝度0.1 cd/m<sup>2</sup>において2.3 lm/Wであり、実施例1の発光素子に比して効率が劣るものであった。

【0082】(比較例3) BCzVB1と、BCPとをモル比4:96の割合で400 Å厚に共蒸着し、ホール輸送層5の上に有機発光層1を形成するようにした他は、実施例3と同様に発光素子を得た。そして上記と同様の操作で繰り返し発光素子を作製したところ、発光効率がばらつき、再現性に乏しいものであった。

【0083】(比較例4) BCzVB1を単独で400 Å厚に蒸着し、ホール輸送層5の上に有機発光層1を形成するようにした他は、実施例3と同様に発光素子を得た。このようにして得た発光素子は15 Vの電圧を印加してもほとんど発光しなかった。

【0084】(比較例5) 発光をつかさどる有機化合物としてBCP、キャリア輸送剤としてA1q3をモル比50:50の割合で400 Å厚に共蒸着し、ホール輸送層5の上に有機発光層1を形成するようにした他は、実施例1と同様に発光素子を得た。このようにして得た発光素子では、A1q3のエネルギーギャップがBCPより小さいので、A1q3に由来する発光のみが観測され、BCP由来の発光は観測されなかった。

【0085】(比較例6) 実施例1において、ITO基板4の上にホール輸送層5を設けず、A1q3と、BCPとをモル比50:50の割合で400 Å厚に共蒸着して有機発光層1を形成した。

【0086】次に、有機発光層1の上にBCPとセシウムをモル比50:50の割合で200 Å厚に共蒸着して、ホールブロック層7を形成し、さらにこの上に、アルミニウムを1000 Å厚に蒸着してカソード3を形成することによって、発光素子を得た。このようにして得た発光素子は15 Vの電圧を印加してもほとんど発光しなかった。

【0087】

【表1】

|       | エミッタ・ギャップ | $E_B$ | $E_A$ |
|-------|-----------|-------|-------|
|       | (eV)      | (eV)  | (eV)  |
| SiPD  | 3.0       | 0.9   | 2.9   |
| BG/VR | 3.0       | 0.9   | 2.9   |
| Ala3  | 2.9       | 0.9   | 3.1   |
| 化合物A  | 2.9       | 0.4   | 3.1   |
| BCP   | 3.0       | 0.9   | 2.9   |
| DBP   | 3.1       | 0.9   | 2.9   |

【0088】

※ ※ 【表2】

|      |     | 有機発光層1*     |           | エミッタ・ギャップ $E_g$ |       | 電圧印加値                 |                                  | 電子輸送        |  |
|------|-----|-------------|-----------|-----------------|-------|-----------------------|----------------------------------|-------------|--|
|      | HTL | 空乏層となる有機化合物 | キャップ      | 空乏層となる有機化合物     | 電圧印加値 | $E_{Gap}/E_m$<br>(eV) | $E_{Acceptor}/E_{Donor}$<br>(eV) | 輸送系         |  |
| 輸送系1 | NPQ | 化合物A(H40)   | Ala3(B40) | 2.9             | <     | 2.9                   | 0.0                              | HTL/EML/ETL |  |
| 空乏層2 | NPQ | 化合物E(40)    | BCP(B40)  | 3.0             | <     | 3.1                   | 0.1                              | HTL/EML/DBL |  |
| 輸送系3 | NPQ | 化合物E(40)    | BCP(B40)  | 3.0             | <     | 3.0                   | 0.2                              | HTL/EML/DBL |  |
| 空乏層3 | NPQ | 化合物E(H50)   | BCP(B40)  | 3.0             | <     | 3.1                   | 0.2                              | HTL/EML/DBL |  |

(注) H, E, S はそれぞれホール輸送層、電子輸送層、バイポーラ性層、T1に後に記した数字は標準比率を表す。  
 (例) HTL: EML: ETL, DBL, NPQ 空乏層は、20-50輸送層、有機発光層、電子輸送層、ホール・ブロッカー層を意味する

【0089】

※ ※ 【表3】

|      | 有機発光層1 |             | 有機発光層2    |             | 電子輸送             |
|------|--------|-------------|-----------|-------------|------------------|
|      | HTL    | 空乏層となる有機化合物 | キャップ      | 空乏層となる有機化合物 | ETL              |
| 空乏層3 | NPQ    | 化合物A(H50)   | Ala3(B50) | BG/VR(H50)  | NPQ/EML/EML2/DBL |

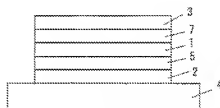
【0090】

【表4】

[illegible]

【発明の効果】上記のように本発明は、アノードとカソード

100



10

【図3】の標準化された

20

【図3】本発明の実施の形態の一例を示す正面図である。

【図5】本発明の実施の形態の一例を示す正面図である。

20

【図8】本発明の実施の形態の一例を示す正面図であ

FORM 102-100-1000000

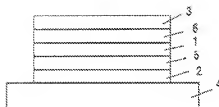
- 40

【図1】



- 1 有機発光層  
2 アノード  
3 カソード  
4 基板

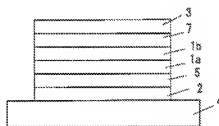
【図3】



【図6】



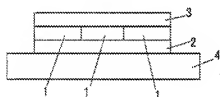
【図8】



【図5】



【図7】



# フロントページの続き

(72)発明者 城戸 孝二  
山形県米沢市中央2丁目6番6号 サンロ  
ー下米沢中央408

(72)発明者 橋 健治  
大阪府門真市大字門真1049番地 松下電工  
株式会社内

(72)発明者 近藤 行廣  
大阪府門真市大字門真1048番地 松下電工  
株式会社内

(72)発明者 岸上 泰久  
大阪府門真市大字門真1049番地 松下電工  
株式会社内

(72)発明者 河野 謙司  
大阪府門真市大字門真1049番地 松下電工  
株式会社内

Fターム(参考) 3B007 AB11 AB18 BB03 FA01